

## **Gesamtentwicklung Traktoren**

Karl Theodor Renius,

Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München

Hermann Knechtges

Institut für Technik, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen - Geislingen

### **Kurzfassung**

Der weltweite Traktorenumsatz stieg 2012 auf etwa 40 Mrd. € mit Zuwächsen auch in Deutschland. Technologieimpulse kommen derzeit vor allem aus Westeuropa, Stückzahlimpulse aus Indien und China (mit steigenden Exporten). Im Premiumsegment wird die Entwicklung vor allem durch die nächste Emissionsstufe EU 4 / US Tier 4 final getrieben, bei weiterer Automatisierung und verbesserter Energie-Effizienz. Die Leistungsdichten und ebenso die maximalen Leistungen steigen immer noch an. Es gibt viele neue Komponenten, inzwischen fast alle elektronisch ansteuerbar und damit für die Integration in Managementsysteme (Traktor, Traktor-Gerät TIM) geeignet. Die hohen Investitionskosten bei Hauptkomponenten zwingen die Hersteller zu weiter verbesserten Baukastensystemen. Elektrische Systeme befinden sich nach wie vor in einem frühen Stadium.

### **Schlüsselwörter**

Traktor, Ackerschlepper, Traktorenmarkt, Emissionen, Automatisierung, Agritechnica

## **Agricultural Tractor Development**

Karl Theodor Renius,

Chair of Automotive Engineering, Technische Universität München

Hermann Knechtges

University of applied Sciences, Nürtingen - Geislingen

### **Abstract**

The world wide tractor sales increased in 2012 to about 40 billion € with growth also in Germany. Technology impacts are mainly coming from Western Europe, for volumes (with increasing exports) mainly from India and China. The development for the premium segment is mainly driven by the emission regulations EU 4 / US Tier 4 final, but also by further automation and improved fuel economy. Both, the power density and the maximum rated engine power are still increasing. Many new components have been developed, mostly with electronic control for integration ability for automatic system management (tractor, tractor-implement-management TIM). High investment costs of the key components drive the trend to further improved modular systems. Electrification is still in an early stage.

### **Keywords**

Tractor, Farm Tractor, Tractor sales, Emissions, Automation, Agritechnica.

## Marktsituation

Der Umsatz der deutschen Traktorenhersteller stieg von 3,41 Mrd. € (2011) auf 3,56 Mrd. € (2012). Die deutsche Produktion blieb 2012 mit 59.213 Traktoren auf hohem Niveau, **Tafel 1** [1, 2]. Neuzulassungen waren mit 36.264 Traktoren sogar so hoch wie lange Zeit nicht mehr.

John Deere hält seine stabile Führungsposition, **Tafel 2**. Fendt liegt als Marke dahinter. Zusammen mit MF und Valtra behält die AGCO-Gruppe die Führung. Same Deutz-Fahr (SDF) hielt sich auf gutem Niveau. Claas und Kubota erreichen nach Einbußen in 2012 fast wieder das hohe Niveau von 2011. Auf den hier nicht gelisteten Plätzen 13 und 16 befinden sich Branson mit Traktoren aus südkoreanischer Produktion und der chinesische Hersteller Futon. Beide Marken verzeichnen noch niedrige, aber stetig ansteigende Marktanteile.

**Tafel 1:** Traktorengeschäft in Deutschland (Stückzahlen), ab 2003 ohne Geländefahrzeuge [1]

**Table 1:** Tractor business in Germany (units), from 2003 without terrain vehicles [1]

| Jahr/Year                          | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011   | 2012   |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Produktion<br>Production           | 53811 | 51407 | 59236 | 54590 | 58623 | 60732 | 65507 | 46432 | 50865 | 60551  | 59213  |
| Neuzulassungen<br>Newly registered | 25649 | 21866 | 22110 | 23492 | 29015 | 28451 | 31250 | 29464 | 28587 | 35977  | 36264  |
| Exporte<br>Exports                 | 43143 | 42745 | 50206 | 44601 | 46372 | 49931 | 54235 | 36758 | 40769 | 47886  | 46301  |
| Besitzumschreib.<br>Changing owner | 74974 | 74349 | 73954 | 74715 | 77211 | 84601 | 86719 | 87175 | 93084 | 96.597 | 110380 |

**Tafel 2:** Marktanteile der größeren Anbieter bei den Traktoren-Neuzulassungen in Deutschland (in % der Gesamtzulassungen [1], für 2013 nach Statistik des Kraftfahrtbundesamtes).

**Table 2:** Market shares of the major tractor suppliers in Germany (% of total registrations in units [1], for 2013 according to statistics of the German "Kraftfahrtbundesamt")

| Jahr/Year     | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| John Deere    | 20,9 | 20,8 | 22,2 | 21,1 | 21,2 | 20,7 | 19,8 | 19,8 | 19,3 | 19,7 | 20,9 | 20,9 | 21,3 |
| Fendt         | 19,6 | 17,7 | 17,9 | 17,4 | 16,8 | 16,0 | 17,1 | 17,2 | 17,2 | 16,5 | 15,9 | 16,5 | 17,3 |
| Case IH+Steyr | 12,8 | 13,3 | 11,7 | 10,8 | 8,8  | 9,1  | 9,4  | 10,0 | 9,6  | 9,1  | 8,0  | 10,1 | 7,7  |
| Deutz-Fahr    | 7,7  | 7,9  | 9,1  | 9,7  | 10,1 | 10,7 | 11,5 | 11,5 | 10,6 | 10,8 | 10,8 | 10,9 | 10,5 |
| Claas         | -    | -    | -    | 4,5  | 5,9  | 5,5  | 6,8  | 6,6  | 7,8  | 7,3  | 8,2  | 6,8  | 8,0  |
| New Holland   | 7,3  | 7,4  | 7,1  | 6,1  | 5,1  | 6,0  | 5,6  | 5,7  | 5,8  | 6,7  | 5,7  | 6,7  | 7,0  |
| MF            | 4,2  | 4,5  | 4,5  | 4,0  | 4,2  | 4,4  | 4,5  | 4,5  | 4,0  | 3,7  | 4,1  | 5,0  | 4,2  |
| Same          | 2,9  | 2,9  | 3,3  | 2,9  | 3,0  | 3,2  | 2,9  | 3,2  | 3,0  | 2,5  | 2,3  | 2,3  | 1,9  |
| Kubota        | 1,7  | 2,1  | 2,2  | 3,1  | 3,0  | 3,3  | 3,2  | 2,8  | 3,3  | 4,5  | 5,2  | 3,7  | 5,0  |
| Iseki         | 1,9  | 2,0  | 2,4  | 2,4  | 2,9  | 3,0  | 2,8  | 2,5  | 2,6  | 3,5  | 3,1  | 2,8  | 2,8  |
| Valtra        | 2,0  | 2,2  | 2,1  | 2,0  | 2,0  | 1,9  | 1,9  | 1,9  | 1,8  | 1,5  | 1,9  | 2,1  | 2,1  |
| Merc.-Benz    | 2,4  | 2,3  | 2,0  | 1,7  | 1,9  | 2,1  | 1,5  | 1,5  | 1,7  | 1,5  | 1,5  | 1,3  | 1,4  |

Der weltweite Landtechnik-Jahresumsatz wuchs in 2012 auf einen neuen Rekord von etwa 91 Mrd. € [2]. Den Anteil für Traktoren schätzen die Verfasser auf etwa 40 Mrd. €.

Plattformprinzip und Baukastensysteme zur Reduzierung der Teile- und Komponentenzahl und letztlich der Kosten bleiben für die großen Hersteller langfristige strategische Ziele - auch bei Mehrmarkenstrategien. Aus vertrieblichen Gründen sind Differenzierungen vor allem im Erscheinungsbild und in der Handhabung (Fahrerplatz, Software) üblich.

Für die Zukunft der Agrartechnik ist bedeutsam, dass die Weltbevölkerung nach [3] bis 2050 auf etwa 9,2 Mrd. Menschen anwachsen wird, also um fast 1/3 mehr als heute. Infolge veränderten Konsums (mehr Fleisch) rechnet die FAO jedoch mit bis zu 70 % Nachfragezuwachs bei Nahrungs- und Futtermitteln. Einschließlich der Energiepflanzen liegen die Schätzungen von Fachleuten sogar bei 80 bis 100 % Mehrbedarf. Diese Herausforderung macht die Agrartechnik immer mehr zu einer globalen Schlüsseltechnik, zumal gleichzeitig in sehr vielen Ländern auch noch großer agrartechnischer Nachholbedarf besteht.

### **Übersichten, Entwicklungsgrundlagen, Testberichte**

2012 erschien mit [4] ein umfangreiches spanisches Buch über die Technik von Traktoren. Die traditionellen ATZ-Übersichten wurden 2013 fortgesetzt [5]. Eine Übersicht über die Traktorentechnik der AGRITECHNICA erschien mit [6]. Alternative Antriebssysteme wurden auf der 4. KIT Fachtagung "Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen" behandelt [7]. Zur nachträglichen Geräuschreduzierung und Lösung von thermischen Problemen wurden in [8] Maßnahmen diskutiert. Ein weiterer Beitrag berichtet über Grundlagen und Anwendungen von Überlastkupplungen für Zapfwellengeräte [9] mit interessanten Messergebnissen für die stark dynamischen Drehmomentbelastungen beim Antrieb einer Großpackenpresse.

Konzepte moderner Traktorlenkungen und Lenkassistenten werden in [10] skizziert. Bei großen Maschinen geht man inzwischen von der klassischen Hilfskraftlenkung zu Fremdkraftkonzepten über, bei denen eine zweite (Not-) Energiequelle nötig ist, im Falle Fendt (Reihen 700, 800, 900) ist das z. B. eine radgetriebene Ölpumpe. Fremdkraft gewinnt auch bei den Bremsen größerer Traktoren weiter an Bedeutung.

Nach einer interessanten Studie aus Italien [11] ergaben sich für 100 Traktoren (Allradantrieb) mit durchschnittlich 113 kW Nennleistung für (extrapolierte) 12.000 Betriebsstunden Gesamtkosten für Wartung und Reparatur einschließlich Reifen von ca. 50 % des Kaufpreises. Dabei trat in Norditalien der erste Reifenersatz typisch nach etwa 4000 Betriebsstunden auf. Pro Jahr waren die Traktoren durchschnittlich 798h im Einsatz (Höchstwert 2217 h). Nach aktuellen Unterlagen des KTBL [12] sind die Kosten für Wartung und Reparatur auch in erheblichem Umfang vom Leistungsniveau abhängig: Je größer der Traktor, umso geringer ist ihr Anteil an den Gesamtkosten. Die Kosten je Arbeitsstunde sind ja gleich und die Anzahl der Arbeitsstunden für Wartung und Reparatur steigt nicht proportional mit der Leistung.

Aktuelle OECD Codes sind verfügbar unter [www.oecd.org/agriculture/code/tractors.htm](http://www.oecd.org/agriculture/code/tractors.htm).

Interessante Ergebnisse zum Kraftstoffverbrauch (auch bei Transportfahrten) lieferte ein Schleppervergleich in top agrar [13].

### Traktorenteknik nach Herstellern

John Deere ergänzte 2012 die 6er-Baureihe um die Modelle 6M (81/87/93/99/106/121 Nenn-kW ECE-R24). Stufe 3B wurde ohne SCR allein mit AGR und Partikelfilter (DPF) erfüllt. Im stückzahlstarken Leistungssegment zwischen 60 und 90 kW bietet John Deere in Deutschland 27 Traktormodelle an. Die oberen Baureihen 7R, 8R/8RT und 9R/9RT sind serienmäßig mit dem JDLink Telemetriesystem ausgerüstet. Damit kann der Kunde und nach dessen Einwilligung auch der Vertriebspartner über das Internet die Maschinen verfolgen bzw. Probleme bearbeiten.

Auf der AGRITECHNICA 2013 wurden (für 2014) überarbeitete Modelle 7R, 8R und 8RT mit Tier 4-Motoren präsentiert, **Bild 1**, die zusätzlich zu Abgasrückführung (AGR), Oxycat (DOC), Partikelfilter (DPF) jetzt auch mit selektiver katalytischer Reduktion (SCR) arbeiten.



**Bild 1:** Neue Modelle John Deere 7R, 2014  
(148/162/177/191/205 Nenn-kW ECE-R24)

**Figure 1:** New models John Deere 7R, 2014  
(148/162/177/191/205 rated kW ECE-R24)

Für diese neuen 7er und 8er soll das bekannte 16/5-Volllastschaltgetriebe [14] durch das neue Konzept e23 (23/11) ersetzt werden, bei unterschiedlichen Versionen für 7er und 8er. Das e23 bietet jetzt auch im Transportbereich eine gute Stufung und hilft über den "Efficiency Manager" Sprit sparen. Weiterhin hat man die Kabinenausstattung verbessert, mit 10 Zoll-Display und Sitz nach rechts um 40 Grad drehbar. Bei den kleinen hydrostatisch angetriebenen Traktoren 4049 R und 4065 R (33,5 / 46,6 Nenn-kW ECE R24) wird der Anbau von Geräten jetzt entscheidend erleichtert. Der Fahrer kann

per Knopfdruck am Kotflügel den Traktor mit extrem niedriger Geschwindigkeit ohne Auf- und Absteigen rangieren (Handbremse leicht angezogen).

Fendt (AGCO) eröffnete am 28.09.2012 das neue, nun für mindestens 20.000 Traktoren und 28.000 Vario-Getriebe p. a. ausgelegte Traktorenwerk in Marktoberdorf. Dabei lief die erste Maschine der neuen 500er Baureihe vom Band. Die schon im vorigen Bericht vorgestellten vier Typen haben weiterentwickelte Komponenten der 400er Baureihe bei vergrößertem Radstand mit 4l-Motoren (jetzt mit SCR-Technik für Stufe 3B) und 700er VisioPlus-Kabine. Das Vario-Getriebe hat wie beim 400er 2 Fahrbereiche (50 km/h). Die überarbeitete 300er Baureihe (59/66/74/81/88 Nenn-kW ECE R 24) erfüllt ebenfalls Stufe 3B mit SCR-Technik. Zur AGRITECHNICA zeigte man ferner die überarbeiteten Baureihen 800 und 900, **Bild 2**. Für Abgasstufe 4 werden die Emissionen der Motoren (mit Doppelaufladung) zusätzlich zu SCR mit einem passiven Partikelfilter (DPF ohne Kraftstoffeinspritzung) und externer Abgasrückführung (AGR) ausgestattet.

Die Lenkhydraulik wird wie bei einigen anderen Herstellern an das Load-Sensing-System (Verstellpumpe) [15] angeschlossen, bei Fendt noch mit einer konstanten Lenkhilfspumpe unterstützt. Eine Notlenkpumpe hängt Motor-unabhängig am Fahrtrieb. Die vor einigen Jahren eingeführte optionale Reifendruckregelanlage wurde durch eine zweite, voll integrierte Generation ersetzt (Bild 2). Weitere Verbesserungen betreffen das Beleuchtungsmanagement. Traktoren mit elektrischen Hochvolt-Generatoren bietet Fendt noch nicht an - jedoch erregte eine Studie auf der AGRITECHNICA Interesse (siehe Kap. 3.2).



**Bild 2:** Neueste Baureihe Fendt 800 Vario (147/162/176/191 Nenn-kW ECE R 24, 2014)

**Figure 2:** Updated tractor models Fendt 800 Vario (147/162/176/191 rated kW ECE R, 2014)

SAME DEUTZ FAHR bekennt sich auf der AGRITECHNICA mit der Ankündigung eines



**Bild 3:** Neue Baureihe Deutz Fahr Serie 5 (69,5/77/85,5/88 Nenn-kW ECE R 120, 2013)

**Figure 3:** New tractor family Deutz Fahr series 5 (69,5/77/85,5/88 rated kW ECE R 120, 2013). Foto: A. Jägemann für Deutz-Fahr

neuen Werkes in Lauingen zu Deutschland als langfristigem Produktionsstandort. Bereits in den Markt eingeführt ist die neue Serie 5 (70/77/83/88 Nenn-kW 2000/25/EG) mit 3,6 l-Deutz-Motor (4 Zyl.) und eigenem Stufenlosgetriebe im Modell TTV. Zur Verstärkung der Motorbremswirkung wird der Volumenstrom der Hydraulikpumpen zum Bremsen gedrosselt. Gleichzeitig wird der elektronisch gesteuerte Lüfter zugeschaltet, wodurch eine weitere Motorlast entsteht mit Zusatzkühlung auf Vorrat. Abhängig vom Lenkwinkel wird die Bremswirkung des Motors begrenzt, um so bei Anhängerbetrieb instabile Fahrsituationen (Klappmessereffekt) zu vermeiden.

Für diese Baureihe wurde für Ende 2014 ein unter Last schaltbares Zapfwellengetriebe angekündigt, Kap. 3.2. Die Stummeldrehzahl kann je nach Motorauslastung zwischen Eco-Modus und Normdrehzahl umgeschaltet werden, um Kraftstoff zu sparen.



Die auf der AGRITECHNICA 2013 gezeigte neue Modellreihe 11 (241, 275, 304 Nenn-kW 2000/25/EG mit MTU-Motor) soll 2015 in den Markt kommen. Der Großtraktor erhält ein Stufenlosgetriebe von ZF (TerraMatic TMG 45), trockene Scheibenbremsen an der Vorderachse und zur Minimierung der Leerlaufverluste eine abkuppelbare Hydraulikpumpe. Zukünftig strebt SDF bei den Schwestermodellen des Konzerns eine starke technische Differenzierung an.

Case IH (CNH) stellte 2013 die überarbeiteten Magnum- und Quadtrac-Modelle vor. Beide erheben den Anspruch, die derzeit höchste Leistung in der jeweiligen Bauart anzubieten (Magnum CVX 370: max. 308 kW ISO mit Power Management, Quadtrac 640: 462 Nenn-kW ISO, 509 kW mit Power Management). Die Bandlaufwerkversion Quadtrac wird leistungsgleich mit 4-Rad-Knicklenkung (Steiger) angeboten, kostet dann weniger. Mit dem Case IH Steiger ROWTRAC präsentierte man in den USA eine kleine Klicklenkerbaureihe nach dem Quadtrac-Konzept für bodenschonendes Arbeiten in Reihenkulturen.

Die Magnumbaureihe - **Bild 4** - beinhaltet ein neues, stufenloses Getriebe, siehe Kap. 3.2. Zur SIMA 2013 zeigte Case IH die Baureihe Maxxum CVX (81/89/96 Nenn-kW ISO), Markteinführung Ende 2013, mit 4-Zylinder-SCR-Motoren und dem bekannten Stufenlosgetriebe [17] mit hier allerdings nur 2 Fahrbereichen. Falls keine Hydraulikleistung verlangt wird, senkt ein Leerlaufdrehzahlmanagement 30 Sekunden nach Verlassen des Sitzes die Motordrehzahl von 850 auf 650 min<sup>-1</sup> ab. Mit Oxy-Kat und DPF erfüllt der 3,4 l-Motor der Farmall U Pro-Baureihe (73/79/84 Nenn-kW ISO) Stufe 3B. Nahezu baugleich sind die für den österreichischen Markt bedeutenden Steyr-Modelle Profi CVT und Multi.

New Holland (CNH) hatte auf der EIMA 2012 neue Baureihen T4 und T5 mit jeweils 3 Modellen vorgestellt. 2013 führte man die neue obere Baureihe T8000 ein, die bezüglich der Hauptkomponenten (Motor, Getriebe, Achsen, Hydraulik, Kabine) dem CASE IH Magnum entspricht, allerdings ist dort der Motor über der Vorderachse angeordnet und auch die Kabinenausstattung unterscheidet sich erheblich. Für beide Traktorenreihen steht ein gemeinsames, eigenes CVT zur Verfügung, siehe Kapitel 3.2.



**Bild 4:** Neue Baureihe Case IH Magnum (173/189/209/229/250/270 Nenn-kW ISO, 2014)

**Figure 4:** New models Case IH Magnum (173/189/209/229/250/270 rated kW ISO, 2014)

Ein Test des New Holland T 7.270 mit dem relativ neuen Doppelkupplungs-CVT "AutoCommand" zeigte bemerkenswert gute Verbräuche im DLG Powermix [16].

Massey Ferguson (AGCO) nutzt jetzt in allen Traktormodellen über 34 kW ausschließlich die konzerneigenen Motoren von AGCO POWER. Auf der AGRITECHNICA 2013 stand die weiterentwickelte obere Baureihe 8700 (bisher 8600) mit 5 Modellen, deren Getriebe und Hinterachsen weitgehend der Baureihe Fendt 900 Vario entsprechen - mit auch etwa gleichem Leistungsbereich. Auch in der neuen Vierzylinderbaureihe 6600 (5 Modelle von 96 bis 110 Nenn-kW ISO) werden für einige Typen parallel zu den bekannten Dyna-4 und Dyna-6 Teillastschaltgetrieben konzerneigene Stufenlosgetriebe eingesetzt. Bemerkenswert sind auch die verbrauchsenkende niedrige Leerlaufdrehzahl von 720/min sowie die im Powermanagementmodus erreichte Maximalleistung von 136 kW (aus 4,9 l). Die zur EIMA 2012 vorgestellten drei neuen Modelle 5600 (59 bis 96 Nenn-kW ISO) mit Dreizylindermotoren und 4-fach-Lastschaltung Dyna-4 erhalten ein modifiziertes Triebstranggehäuse für abgesenkte Ölstände und verringerte Schleppverluste.

Claas nutzte die SIMA 2013, um die neuen Axion 800-Modelle vorzustellen, Markteinführung 2014. Die FPT-Motoren (153/168/186 Nenn-kW ISO) haben einen VTG-Lader und SCR-Kat und erfüllen Stufe 4 ohne Partikelfilter. Das Stufengetriebe mit 6-fach-Lastschaltung wird zur Agritechnica um ein TerraMatic Stufenlosgetriebe von ZF (Nachfolger des Eccom-Konzeptes) ergänzt. Unter anderem wird mit einer weit nach vorn positionierten Kabine eine Achslastverteilung von 50:50 erreicht. Um Schleppverluste zu vermeiden, kann das Frontzapfwellengetriebe über eine Klauenkupplung vom Motor getrennt werden.

Weiterhin stellte Claas auf der AGRITECHNICA 2013 überraschend ein neues, eigenes leistungsverzweigtes CVT vor, das in 2014 für die Arion-Reihe verfügbar sein soll. Der relativ einfache, geschickte Getriebeaufbau wird in Kap. 3.2 beschrieben.

Die Valtra S-Baureihe ist im Antrieb weitgehend baugleich mit der neuen MF-Baureihe 8700 (beide ähnlich dem Fendt 900 Vario). Mit AGCO POWER-Motoren erfüllt Valtra Stufe IV mittels zweifacher, zwischengekühlter Aufladung, EGR und SCR, jedoch ohne DPF. Mit Getriebe und Hinterachse von Fendt erzielte man sehr gute DLG-Verbrauchswerte [18]. Die Strategie des Baukastenprinzips im AGCO-Konzern ist deutlich erkennbar.

### **Besondere Bauarten**

Zur AGRITECHNICA 2013 präsentierte Claas die neue Xerion-Baureihe 4000/4500/5000 mit 308/352/382 Nenn-kW ECE R 120. Die Motoren aus dem MB-Konzern erfüllen die Abgasstufe IV (Tier 4 final). Neue Achsen und ein stärkerer Rahmen ermöglichen trotz des Einsatzleergewichts von ca. 17 t auf dem Feld eine Stützlast an der hinter der Kabine montierten 110er Kugelumlaufkupplung von 15 t.

JCB hat auf der AGRITECHNICA 2013 mit der voll gefederten neuen Baureihe 4000 sehr gut ausgestattete Nachfolger der Serie 2000 vorgestellt. Die Modelle 4160, 4190 und 4220 (118/140/162 Nenn-kW nach 97/68 EG) mit 6-Zyl. AGCO-Power-Motoren (6,6 l, Tier 4 final), Fendt Vario-Getrieben (60 km/h) und optionaler Allradlenkung sollen im Herbst 2014 verfügbar sein.

AGCO hat mit den "kleinen" Modellen Challenger MT700E (261/280/298 Nenn-kW ISO) auf der AGRITECHNICA 2013 drei neue Traktoren mit Bandlaufwerken vorgestellt, Leergewicht 13,7 t. Der Motor von AGCO POWER arbeitet mit 7 Zylindern. Das Volllastschaltgetriebe 16/4 (max. 40 km/h) kommt von Caterpillar. Die 800er Baureihe (336/365/403/440 Nenn-kW ECE R120) arbeitet mit 12-Zylinder-V-Motoren von AGCO-POWER (16,8l). Mit insgesamt 4 Turboladern, bedarfsgerechter, gekühlter Abgasrückführung, DOC und SCR wird Abgasstufe IV (Tier 4 final) ohne Partikelfilter erfüllt [19].

Die österreichische Traktorenfirma Lindner überraschte auf der AGRITECHNICA 2013 mit dem Modell "Lintrac 90" (75 Nenn-kW ISO, Perkins-Motor), einem Standardtraktor für die Alpenregion mit optionaler Hinterachslenkung (max. 20 Grad, Gelände, Frontladen) und neuem stufenlosen ZF Getriebe TMT 09 (siehe Kap. 3.2). Die Serie ist geplant für 2014.

Primär für den schnellen Transport stellt Hovertrac aus den Niederlanden den Prototypen Luctor 544 (ca. 320 kW) vor, der mit unterschiedlich großer Vorder- und Hinterachsackerbearbeitung, Allradlenkung, Zapfwellen und Schwanenhalsanhängung Elemente eines Trac aufweist, jedoch keinen Dreipunkt-Geräteanbau vorsieht [20].

Die Schweizer Firma AEBI präsentierte Ende 2012 den neuen Transporter VT450 Vario (72 kW). Bei dieser Fahrzeugart benutzt man damit erstmalig ein neues leistungsverzweigtes Stufenlosgetriebe [21], siehe auch Kap. 3.2.

Die zur AGRITECHNICA 2013 von Mercedes Benz vorgestellte neue Unimog-Baureihe (115/130/170/200/220 Nenn-kW ISO) erfüllt Abgasstufe 4 u. a. durch einen maximalen Common-Rail-Druck von 2400 bar. Das Getriebe bietet einen stufenlosen Fahrbereich (0-50 km/h, rein hydrostatisch, Schrägscheibenmaschinen), aus dem man ohne Fahrzeugstopp in den mechanischen Fahrbereich wechseln kann.

## **Traktor und Gerät**

Bei Traktor-Implement-Managementsystemen (TIM) kommunizieren Traktor und Gerät über den ISOBUS (ISO 11783). Der praktische Stand der fortschreitenden Einführung wird in [22] besprochen. Viele Hersteller bieten eine ISOBUS-Nutzung über das Traktor-Terminal an. Eine Integration von Tablet-PC's wird in [23] vorgeschlagen. Nach [6] gibt es erste Anwendungen der Kommunikation über Smartphone. Der Normentwurf ISO CD 18497 (2013) widmet sich der Sicherheit der Elektronik auf Landmaschinen und Traktoren. Die AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) hat inzwischen über 150 Mitglieder.

Beim genormten "Power beyond"-Anschluss [24; 25] kann das Gerät mit seinem eigenen Steuergerät über die LS-Leitung die verstellbare Pumpe der Traktorhydraulik direkt ansteuern, die Traktorventile werden im Interesse geringer Verluste umgangen. Leider erschweren lange LS-Steuerleitungen die Qualität der Regelung. Eine andere Lösung zur Reduzierung oder völligen Verhinderung systembedingter Drosselverluste auf Geräten besteht in der Ansteuerung des Traktor-LS-Ventils über den ISOBUS (TIM). Dazu wurde von der Firma Rauch zur AGRITECHNICA 2013 ein weiteres Konzept in Kooperation mit John Deere vorgestellt.

Die 37. ASABE Lecture (2013) beschäftigte sich mit der Energieversorgung von Geräten [26]: mechanisch, hydraulisch oder elektrisch - letzteres aus der Sicht der besonderen Erfah-



rungen von John Deere. Integrierte Generatoren werden einer österreichischen Umfrage zufolge bis etwa 50 kW gewünscht [27], zunehmend beliebte zapfwellengetriebene Generatoren könnten dafür eine Vorstufe bilden.

Gemessene praxisnahe Kraftstoffverbräuche des DLG "Power Mix" (für das System Traktor und Gerät) wurden allgemein zugänglich veröffentlicht [28].

Der Fahrkomfort mit Anbaugeräten hat auf schlechten Straßen dank verstellbarer hydro-pneumatischer Federungen von Frontachse, Kabine und Sitz in Verbindung mit Schwingungstilgung ein hohes Niveau erreicht - Verbesserungspotenzial besteht nach [29] vor allem noch bezüglich der Nickschwingungen beim Ziehen großer Anhängelasten.

Neue Grundlagen zu Antiblockiersystemen bei Traktoren [30] zeigen auch Ansätze zu verbesserten Bremssystemen, einschließlich landwirtschaftlicher Anhänger. Zur Verringerung von Unfällen im Straßenverkehr wird ferner in [31] eine Kommunikation zwischen Traktor und relevanten anderen Verkehrsteilnehmern vorgeschlagen, um z. B. den Freiraumbedarf ausschwenkender Traktorgeräte vorsorglich zu sperren.

Bei Straßentransporten sind Industriebereifungen für Traktoren nach [32] sowohl energetisch als auch im Verschleiß gegenüber AS-Bereifung klar im Vorteil, unter ungünstigen Bodenbedingungen (Acker) aber nach wie vor im Nachteil.

Für Master-Slave-Maschinenkombinationen (elektronische Deichsel) erschien aus einem Forschungsvorhaben mit [33] ein Bericht über sicherheitstechnische Fortschritte.

Nach neueren Messungen können beim Pflügen mit großen Arbeitsbreiten trotz Fahren in der Furche an den oben laufenden Reifen die höheren Radlasten auftreten [34].

## **Zusammenfassung**

Der weltweite Traktorenumsatz stieg 2012 auf etwa 40 Mrd. € mit Zuwächsen auch in Deutschland. Technologieimpulse kommen vor allem aus Westeuropa, Stückzahlimpulse aus Indien und China (mit steigenden Exporten). Im Premiumsegment wird die Entwicklung vor allem durch die nächste Emissionsstufe EU 4 / US Tier 4 final getrieben, bei weiterer Automatisierung und verbesserter Energie-Effizienz. Die Leistungsdichten und ebenso die maximalen Leistungen steigen immer noch an. Es gibt viele neue Komponenten, die inzwischen ab einer gewissen Leistung fast alle elektronisch ansteuerbar sind und sich damit für die Integration in Managementsysteme (Traktor, Traktor-Gerät TIM) eignen.

Die hohen Investitionskosten bei Hauptkomponenten zwingen die Hersteller zu weiter verbesserten, internen Baukastensystemen. Elektrische Antriebe befinden sich nach wie vor in einem frühen Stadium, wobei man sich intensiv um die Standardisierung von Geräteschnittstellen bemüht.

Bildquellen: Werkbilder, sofern nicht anders angegeben.

## **Literatur**

- [1] -.-: Statistische Unterlagen des VDMA Fachverband Landtechnik, Frankfurt/M., Stand Juni 2013.
- [2] Wiesendorfer, G., et al.: Wirtschaftsbericht VDMA Landtechnik 2013. Frankfurt/M.: VDMA 2013.
- [3] (DLG, Hrsg.): Welternährung - welche Verantwortung hat Europa? DLG Wintertagung Münster 10.-12.01.2012. Tagungsband (Archiv der DLG, Band 106). Frankfurt: DLG-Verlag 2012.
- [4] Márquez, L.: TRACTORES AGRÍCOLAS: TECNOLOGÍA Y UTILIZACION. Madrid: Verlag B&H Grupo Editorial 2012.
- [5] Renius, K.Th. und H. Knechtges: Traktoren 2012/2013. Zweisprachig deutsch/englisch. ATZ 115 (2013): Sonderausgabe ATZ offhighway H. 3, S. 10-21.
- [6] Knechtges, H.: Trends bei Traktoren und Transportfahrzeugen auf der Agritechnica. Landtechnik 68 (2013) H. 6, S. 381-383.
- [7] (Verschiedene Autoren): Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen, 4. Fachtagung. Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik H. 15. KIT Scientific Publishing 2013.
- [8] Raida, H.-J., P. Schoenart und I. Jendrik: Akustische und thermodynamische Optimierung landwirtschaftlicher Nutzfahrzeuge. Landtechnik 67 (2012) H. 6, S.449-457
- [9] Nienhaus, C.: Überlastkupplungen in der Landtechnik - Prinzipien und Anwendungen. Landtechnik 67 (2012) H. 6, S.458-464.
- [10] Wiedermann, A.: Auslegung von Lenksystemen in modernen Traktoren. Tagung Land.technik 2012 Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Berichte 2173, S. 11-16. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [11] Calcante A., L. Fontanini und F. Mazzetto: Repair and Maintenance Costs of 4WD Tractors in Northern Italy. Transactions ASABE 56 (2013) H. 2, S. 355-362.
- [12] -.-: Kalkulationsunterlagen des Kuratorium für Technik und Bauwesen. Darmstadt 2013.
- [13] Uppenkamp, N. f. Berning und G. Höner: Die stärksten Vierzylinder. Top agrar (2013) H.11, S. 138 - 151 und H. 12, S. 100 - 111
- [14] Renius, K.Th. und G. Sauer: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 8 (1996), S. 55-60 u. 250-251. Hrsg. H.J. Matthies u. F. Meier. Münster: Landwirtschaftsverlag.
- [15] Matthies, H.J. und K.Th. Renius: Einführung in die Ölhydraulik. 7. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Verlag Vieweg+Teubner (Springer) 2011.
- [16] Wilmer, H.: New Holland T7.270: Nicht zu viel versprochen. Profi 25 (2013) H.2, S. 12-18.
- [17] Geimer, M. und K.Th. Renius: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 22 (2010) S. 60-67. Hrsg. H.-H. Harms, F. Meier und R. Metzner. Frankfurt/M.: DLG Verlag 2010.
- [18] Wilmer, H.: Nordische S-Kultur. profi 24 (2012) H. 7, S.14-19.

- [19] Wilmer, H.: 4 Turbolader, 12 Zylinder und bis zu 637 PS. profi 25 (2013) H. 12, S.40-42
- [20] Bensing, T.: 4 Ringender Kämpfer läuft 80. profi 25 (2013) H. 8, S.32-34
- [21] Stirnimann, R.: Leistungsverzweigung beim Aebi VT 450 Vario. Schweizer Landtechnik 75 (2013) H. 2, S. 21-23.
- [22] Berning, F.: Isobus wird ergonomisch. Top agrar 41 (2012) H. 12, S. 94-97.
- [23] Meyer, J., B. Johanning und H. Müller: Pablet-PC erweitert die Maschinenbedienung. Landtechnik 68 (2013) H. 1, S.10-13.
- [24] -.-: Agricultural and forestry tractors and implements – Hydraulic power beyond. Internationale Norm ISO 17567 (Mai 2005).
- [25] Fedde, T.: Hydrauliksteuerungen auf gezogenen Geräten. Mobile Maschinen 4 (2011) H. 3, S. 22-24.
- [26] Stoss, K.J. et al.: Tractor Power for Implement Operation - Mechanical, Hydraulic, and Electrical: An Overview. ASABE-AETC Conference 28.-30.01.2013 Kansas City, Missouri, USA, ASABE, St. Joseph, MI. USA 2013.
- [27] Karner, J. und H. Prankl: Erwartungshaltung der österreichischen Landtechnik-Industrie hinsichtlich elektrischer Antriebe. Tagung Land.technik 2012 Karlsruhe 6. und 7.11.2012. In: VDI-Berichte 2173, S. 335-340. Düsseldorf: VDI-Verlag 2012.
- [28] -.-: DLG Test Reports. Stand 2013. <http://www.dlg.org/tractors.html>.
- [29] Wilmer, H.: Aktive Federungen im Vergleich. Profi 24 (2012) H. 11, S. 12-17.
- [30] Müller, B.: Analyse und Konzeption eines Antiblockiersystems für Traktoren. Forschungsberichte IMN, TU Braunschweig. Aachen: Skaker-Verlag 2013.
- [31] Robert, M. und Th. Lang.: Gefahrenraumallokation mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation. Landtechnik 67 (2012) H. 6, S. 432-434.
- [32] Reckleben, Y., N. Schäfer und M. Weißbach: Steigerung der Effizienz bei Straßen-transporten mit unterschiedlichen Reifentypen bei Traktoren. Landtechnik 68 (2013) H. 3, S. 196-201.
- [33] Jahnke, B. et al.: Verbesserung der Sicherheit von elektronischen Deichseln für Landmaschinen. Landtechnik 68 (2013) H. 3, S. 155-159.
- [34] Brunotte, J., K. Nolting, N. Fröba und B. Ortmeier: Bodenschutz beim Pflügen: Wie hoch ist die Radlast am Furchenrad? Landtechnik 67 (2012) H. 4, S. 265-269.

---

#### **Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

##### **Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Renius, Karl-T.; Knechtges, Hermann: Gesamtentwicklung Traktoren In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-11

##### **Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055006>

##### **Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/140.html>

---